

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-14085  
(P2003-14085A)

(43)公開日 平成15年1月15日(2003.1.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コード*(参考)
F 1 6 H 53/02		F 1 6 H 53/02	B 3 G 0 1 6
B 2 1 D 39/00		B 2 1 D 39/00	C 3 J 0 3 0
53/84		53/84	Z
C 2 2 C 38/00	3 0 4	C 2 2 C 38/00	3 0 4
38/16		38/16	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-201610(P2001-201610)

(22)出願日 平成13年7月3日(2001.7.3)

(71)出願人 000233572

日立粉末冶金株式会社  
千葉県松戸市稗台520番地

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 菅谷 好美

千葉県松戸市稗台520番地 日立粉末冶金  
株式会社社内

(74)代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外3名)

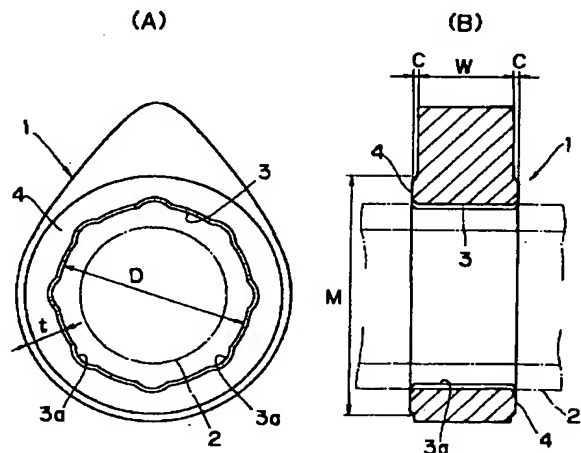
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 組立式カムシャフト

## (57)【要約】

【課題】 シャフト拡張処理時のカムピースの割れを未然に防止することができる組立式カムシャフトを提供する。

【解決手段】 中空状のシャフト2をカムピース1内に挿入した上でシャフト2を拡張処理することにより両者を不離一体に固定してなる組立式カムシャフトにおいて、カムピース1は、その密度が $7.1 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ の範囲となるように温間成形した鉄系焼結成形体に焼入れおよび焼戻しの熱処理を施したものをもって形成されている。鉄系焼結成形体の組成としては、Cu: 1.5~4重量%、C: 0.7~1.0重量%をそれぞれ含有し、残部をFeおよび不可避不純物とする。



1---カムピース  
2---シャフト  
4---環状凸部

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空状のシャフトをカムピース内に挿入した上でシャフトを拡径処理することにより両者を不離一体に固定してなる組立式カムシャフトにおいて、上記カムピースは、その密度が $7.1 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ の範囲となるように温間成形した鉄系焼結成形体をもって形成されていることを特徴とする組立式カムシャフト。

【請求項2】 上記カムピースは、その密度が $7.1 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ の範囲となるように温間成形した鉄系焼結成形体に焼入れおよび焼戻しの熱処理を施したものを

をもって形成されていることを特徴とする請求項1に記載の組立式カムシャフト。

【請求項3】 上記カムピースを形成することになる鉄系焼結成形体は、その組成としてCu: 1.5~4重量%、C: 0.7~1.0重量%をそれぞれ含有し、残部がFeおよび不可避不純物であることを特徴とする請求項2に記載の組立式カムシャフト。

【請求項4】 上記カムピースの軸心方向での厚み寸法が5mm以上であることを特徴とする請求項2または3に記載の組立式カムシャフト。

【請求項5】 上記カムピースの少なくとも一方の側面においてベースサークルの内側に相当する位置に一段高い環状凸部が温間成形をもって形成されていることを特徴とする請求項2~4のいずれかに記載の組立式カムシャフト。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の動弁系の主要素として機能することになるカムシャフトに関し、特に別々に形成した中空状のシャフトと焼結金属製のカムピースとをシャフトの拡径（拡管）処理により相互に一体化した組立式カムシャフトの改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の組立式カムシャフトとして、例えば特開平8-333659号公報、特開平9-31612号公報、特開平11-50210号公報に記載のものほか、特開平10-339110号公報等に記載のものが提案されている。

【0003】上記特開平8-333659号公報、特開平9-31612号公報および特開平11-50210号公報に記載の技術では、鉄（Fe）を主成分とする焼結合金製のカムピース（カムロブ）の耐摩耗性向上を目的としてモリブデンを含有させることを基本としており、他方、特開平10-339110号公報に記載の技術では、シャフト拡径時のカムピースの割れ対策として、その内周側が外周側よりも硬さが低くなるように熱処理時の条件を調整するようにしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】特開平8-33365

9号公報、特開平9-31612号公報および特開平11-50210号公報に記載のように焼結合金の組成改良に着目したもので、それだけではシャフト拡径処理時のカムピース側の割れ対策とはならず、なおも改善の余地を残している。

【0005】また、特開平10-339110号公報に記載のものでは、シャフト拡径時のカムピースの割れを考慮したものではあるが、そのカムピースは熱間多段フォーミングによって鍛造成形したものをを使用することを前提としているため、必ずしも焼結金属製のカムピースの割れ対策とならず、上記と同様になおも改善の余地を残している。

【0006】本発明は以上のような課題に着目してなされたもので、焼結金属製のカムピースを使用することを前提として、特にシャフト拡径処理時のカムピースの割れを未然に防止することができるようにした組立式カムシャフトを提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、中空状のシャフトをカムピース内に挿入した上でシャフトを拡径処理することにより両者を不離一体に固定してなる組立式カムシャフトにおいて、上記カムピースは、その密度が $7.1 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ の範囲となるように温間成形した鉄系焼結成形体をもって形成されていることを特徴としている。

【0008】この場合、請求項2に記載の発明のように、上記カムピースは、その密度が $7.1 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ の範囲となるように温間成形した鉄系焼結成形体（圧粉体）に焼入れおよび焼戻しの熱処理を施したものを

をもって形成されていることが望ましい。

【0009】さらに望ましくは、請求項3に記載の発明のように、上記カムピースを形成することになる鉄系焼結成形体は、その組成としてCu: 1.5~4重量%、C: 0.7~1.0重量%をそれぞれ含有し、残部がFeおよび不可避不純物であることとする。

【0010】したがって、この請求項1、2に記載の発明では、鉄系焼結成形体の密度を $7.1 \text{ g/cm}^3$ 以上とすることで熱処理後の引張強度等の機械的特性が向上し、例えば所定のマンドレルを用いて行うシャフトの拡径時にカムピース側に発生する応力に十分に耐え得るようになり、割れ発生防止の上で有効に作用する。しかも、上記密度向上のための手段として、材料粉末および金型を $130^\circ\text{C}$ 程度に加熱して圧縮成形を行なう温間成形法を採用したことから、経済的不利益を伴うことなく鉄系焼結成形体の密度を $7.1 \sim 7.4 \text{ g/cm}^3$ の範囲内まで向上させることができる。

【0011】特に、請求項3に記載の発明のように、鉄系焼結成形体の組成としてCu: 1.5~4重量%、C: 0.7~1.0重量%をそれぞれ含有し、残部がFeおよび不可避不純物であると、カムピースに要求され

る耐摩耗性をも十分に充足することができるようになる。

【0012】ここで、焼結工法により製造されるカムピースはその寸法精度に優れていることから、組立式カムシャフトへの積極的採用が提案されていることは先に述べたとおりである。その一方、マンドレルによりパイプ状のシャフトを拡張処理してカムピースをそのシャフトに固定する場合に、カムピースに発生する内部応力が大きいために通常の焼結材料では割れが発生し、実用化が困難となっている。拡張処理時の内部応力に耐え得るよう

に、成形、仮焼結、再成形、本焼結の順に成形と焼結とを繰り返す工法や焼結鍛造等によってカムピース自体の密度を高める方法もあるが、いずれの工法も大幅な工程増加によるコストアップが余儀なくされる。

【0013】その一方、近年に至り、焼結材料となる粉末および成形金型を130℃程度に加熱して圧縮成形する温間成形と称される工法が試みられており、上記のような工程増加を伴うことなくより高密度の成形体を得られるとされている。すなわち、図2にも示すように、従来より広く用いられてきた常温成形法では焼結後の成形体密度が7.1g/cm<sup>3</sup>程度が限界であるとされているのに対して、上記温間成形法では焼結前の圧粉体の密度を7.4g/cm<sup>3</sup>程度まで高密度化することができ、本発明ではこの温間成形法を使用することを前提としている。なお、7.4g/cm<sup>3</sup>を大きく上回るような高密度化は工業的生産条件下では困難であるため、その焼結成形体の密度の範囲を7.1～7.4g/cm<sup>3</sup>と規定した。

【0014】焼結成形体の機械的特性、特に引張強度は密度との相関が高く、その高密度化にほぼ比例して引張強度が向上し、例えば焼結成形体の密度が7.1g/cm<sup>3</sup>の場合には引張強度は1000MPa以上に達する。その結果として、上記鉄系焼結成形体にて形成したカムピースを相手側となるシャフトに固定するにあたり、例えばマンドレルにてそのシャフトを拡張処理した際にカムピース側に発生する応力は上記の引張強度を下回り、カムピースの割れ発生を招くことなく、シャフトの拡張処理をもって両者を確実に固定できることを確認できた。

【0015】上記カムピースは、所定形状に温間成形した圧粉体を1080℃以上の焼結温度で焼結した後に、さらに浸炭焼入れと焼戻し処理もしくは高周波焼入れと焼戻し処理等の熱処理を施すことにより製造される。高密度化による強度向上は他の材料にも共通する性質であるが、所要の機械的強度を得ると同時に経済的な製法で製造するためには、材料中の含有成分も選択する必要がある。

【0016】例えば、Crを含有する鉄系焼結材料はカムピース用として広く用いられているが、粒界酸化を防止する上で焼結および熱処理の雰囲気

が不可能となるために、含有しない方が好ましい。また、Niについては2%以上含有すると残留オーステナイトが多く析出されることから、耐摩耗性向上の観点からはその含有は好ましくない。

【0017】また、Fe-Cu-C系の焼結材料は、高価な合金元素を含まず最も一般的な材料である。Cuは素地を強化して強度を向上させるには有効であるが、

1. 5%以下では所望の効果を得ることができず、他方、その含有量が4%を越えると脆化するとともに焼結時の寸法膨張が大きくなるために過剰な含有は好ましくない。よって、Cuの含有量は請求項3に記載のように1.5～4重量%とし、より望ましくは2～3重量%とする。

【0018】Cは素地に固溶して強度を向上させる作用があり、焼結成形体に焼入れ処理を施すことを前提とした場合には必要不可欠な元素である。焼入れ後の材料組織はマルテンサイトおよび微細なパーライトにより構成されるが、カムピースのような耐摩耗性が要求される部品には十分なマルテンサイト組織を得るために0.7%以上の含有が必要である。その一方、Cの含有量が1.0%を越えると脆化するとともに圧縮成形時の圧縮性を阻害して密度向上が困難となることから、そのCの含有量は請求項3に記載のように0.7～1.0%とした。

【0019】請求項4に記載の発明は、上記請求項2または3に記載の発明を前提として、カムピースの軸心方向での厚み寸法が5mm以上であることを特徴としている。

【0020】さらに、請求項5に記載の発明は、上記請求項2～4のいずれかに記載の発明を前提として、カムピースの少なくとも一方の側面においてベースサークルの内側に相当する位置に一段高い環状凸部が温間成形をもって形成されていることを特徴としている。

【0021】したがって、請求項4に記載の発明では、カムピースの最小厚み寸法が5mmあれば足りることを意味し、結果としてエンジンの軽量化およびフリクションの低減ならびにエンジン設計の際の設計自由度向上の上で有利に作用するとともに、カムピースそのものの製造コストの低減にも寄与できるようになる。すなわち、自動車用エンジンに用いられるカムピースは、エンジン自体の軽量化およびフリクションの低減に対応するために、可能な限りその厚み寸法(カムピース自体の軸心方向での厚み寸法)を小さくすることが求められている。一方、カムピースの厚み寸法を小さくするほどシャフト拡張時に発生する内部応力が増大して強度的に不利になるが、上記のような引張強度の向上効果のために、カムピースの厚み寸法として最低で5mm確保できれば材料自体の引張強度がシャフト拡張時の内部応力を上回り、拡張時の割れを防止できることが確認できた。

【0022】また、請求項5に記載の発明では、カムピ

ースの重量増加と相手側バルブリフタとの摺動面積の増加を抑制しつつ、そのカムピースの内周側面積の増加により、相対的に拡張処理時における発生応力低減の上で有効に作用するようになる。すなわち、局所的な環状凸部を形成したことにより、カムピース全体の厚み寸法を大きくした場合と比べてカムピースの重量増加を抑制できることはもちろん、相手側となるバルブリフタの摺動面との間のフリクションを増加させることもない。また、上記環状凸部は温間成形の際に同時成形されるものであるから、機械加工等による削り出しが不要となり、例えばカムピースの厚み寸法が12.5mmの場合に0.5mm程度の高さの環状凸部を形成するだけで拡張時の発生応力をおよそ5%低減できることが確認できた。

【0023】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、温間成形したカムピースに熱処理を施すことによって引張強度等の機械的強度が向上し、シャフト拡張処理時におけるカムピースの割れを確実に防止できるようになり、特に請求項2に記載の発明のように熱処理として焼入れ、焼戻し処理を施すとそのカムピースの割れ発生防止効果が一段と顕著となる利点がある。

【0024】また、請求項3に記載の発明によれば、Feを主成分とする焼結材料のCuおよびCの含有量を特定の値に規定したものであるから、請求項2に記載の発明と同様の効果に加えて、カムピースに要求される耐摩耗性能をも十分に満たすことができる効果がある。

【0025】請求項4に記載の発明によれば、カムピースの最小厚み寸法を特定の値に規定したものであるから、請求項2または3に記載の発明と同様の効果に加えて、エンジンの軽量化、フリクションの低減化ならびにエンジン設計の際の設計自由度の拡大に寄与できる利点がある。

【0026】さらに請求項5に記載の発明によれば、カムピースの側面に環状凸部を温間成形の際に形成したものであるから、カムピースの重量増加と相手側バルブリフタとの摺動面積の増加を抑制しつつ、拡張処理時におけるカムピース側の発生応力を低減できる利点がある。

【0027】

【発明の実施の形態】図1には本発明に係るカムシャフトの好ましい実施の形態として焼結成形体からなるカムピースの詳細を示す。

【0028】このカムピース1は、Fe-Cu-C系の焼結用金属粉末を用いて温間成形法により所定のカムプロフィールを含む形状に圧縮成形し、この圧粉体を焼結した後に、さらに浸炭焼入れおよび焼戻しの熱処理を施すことにより形成したものである。なお、圧縮成形の際には、相手側となる中空状のシャフト2を挿入するため凹溝3a付きのシャフト穴3が同時に形成されるとともに、カムピース1の両側面にはベースサークルの内側に

相当する位置に微小高さの環状凸部4が同時成形される。

【0029】上記温間成形法とは、焼結用金属粉末および金型をともに130℃程度に加熱した状態で圧縮成形して圧粉体を成形する方法であり、図2から明らかなように従来の常温での圧縮成形法と比べて圧粉体の密度を一段と高密度化できる点に特徴がある。ここでは、圧縮成形後の圧粉体の密度が7.1~7.4g/cm<sup>3</sup>となるように成形する。

10 【0030】また、上記の温間成形法に用いるFe-Cu-C系の焼結用金属粉末は、その組成としてCuを1.5~4重量%、Cを0.7~1.0重量%それぞれ含有し、且つ残部がFeおよび不可避不純物であるものを用いる。Cuの含有量としては少なすぎても多すぎても好ましくないことは先に述べたとおりであり、より望ましくは2.0~3.0重量%とする。

20 【0031】上記圧縮成形に続く焼結処理は、ブタン変成ガス雰囲気中にて1120℃の温度条件で行うものとし、また焼結後の熱処理は、浸炭温度900℃にて浸炭処理を施した後に60℃にて油焼入れ処理を行い、さらに180℃にて焼戻し処理を行うものとする。

【0032】熱処理後のカムピース1の引張強度はその密度に比例して向上し、図3から明かなように例えば密度7.1g/cm<sup>3</sup>の場合に1030MPa以上に達するようになる。

30 【0033】上記の熱処理をもって完成したカムピース1は、相手側となる中空状のシャフト（例えば鋼管製のもの）2に外挿されて相対位置決めがなされた後に、シャフト2の内部に所定のマンドレルを圧入して例えば拡張率3.3%程度のもとで拡張もしくは拡張処理することにより両者は不離一体に固定される。なお、ここにいう拡張率とは、拡張後のシャフト2の直径をA、拡張前のシャフト2の直径をBとしたときに、(A-B)/Bで表される。

40 【0034】実施例1として、Cuを3.0重量%、Cを0.8重量%それぞれ含有し且つ残部がFeおよび不可避不純物としたFe-Cu-C系の焼結用金属粉末を用いて密度が7.1g/cm<sup>3</sup>となるように温間成形した圧粉体を、ブタン変成ガス雰囲気中で温度1120℃にて焼結し、さらに焼結後の熱処理として、浸炭温度900℃にて浸炭処理を施した後に60℃にて油焼入れ処理を行い、さらに180℃にて焼戻し処理を行ってカムピースを製作した。

【0035】実施例2として、Fe-Cu-C系の焼結用金属粉末の組成をCu:3.0重量%、C:0.8重量%、Feおよび不可避不純物:残部、とした上で、密度が7.2g/cm<sup>3</sup>となるように温間成形し、それ以外は実施例1と同じ条件でカムピースを製作した。

50 【0036】比較例1として、温間成形時の密度が6.7g/cm<sup>3</sup>となるように圧粉体を圧縮成形し、それ以

外は全て実施例1と同じ条件でカムピースを製作した。

【0037】比較例2として、Fe-Cu-C系の焼結用金属粉末の組成をCu:3.0重量%、C:0.5重量%、Feおよび不可避不純物:残部、とした上で、それ以外は実施例1と同じ条件でカムピースを製作した。

【0038】これら実施例1、2および比較例1、2の諸条件等をまとめたものを表1に示す。なお、製作したカムピース1のサイズは、図1に示すようにカムピース1の厚み寸法(軸心方向での厚み寸法)W=12.5mm\*

\*m、シャフト穴3の直径D=18.2mm、環状凸部4の最大直径M=34mm、環状凸部4の高さC=0.5mm、ベースサークル部の肉厚t=5.65mmとした。また、比摩耗量はピンオンディスク試験機により評価し、実施例1における摩耗量を1としたときの割合で表している。

【0039】

【表1】

	成分(wt%)			焼結温度℃	熱処理	硬さHRA	密度g/cm <sup>3</sup>	引張強度Mpa	比摩耗量
	Cu	C	Fe						
実施例1	3.0	0.8	残	1120	浸炭焼入れ焼戻し	73	7.1	1030	1
実施例2	1.5	0.8	残	1120	浸炭焼入れ焼戻し	73	7.2	990	0.9
比較例1	3.0	0.8	残	1120	浸炭焼入れ焼戻し	67	6.7	800	1.3
比較例2	3.0	0.5	残	1120	浸炭焼入れ焼戻し	57	7.1	940	1.7

【0040】

※ ※【表2】

	厚さmm	密度g/cm <sup>3</sup>	発生応力Mpa
実施例1	12.5	7.1	694
実施例3	10	7.1	710
実施例4	7	7.1	824
実施例5	5	7.1	935

【0041】表1から明らかなように、実施例1、2はともに比摩耗量が小さく且つ引張強度に優れており、所期の要求性能を充足していることがわかる。これに対して、比較例1は圧縮成形時の密度が低いために焼結および熱処理後において十分な引張強度が得られない。また、比較例2ではCの含有量が小さいために比摩耗量が1.7と大きく、耐摩耗性に問題がある。

【0042】表2は実施例1に相当するカムピース1をマンドレルにてシャフト2を拡張させて結合するにあたり、そのカムピース1に発生する内部応力を示しており、実施例3～5ではカムピース2の厚み寸法Wのみを変化させた場合の内部応力を示している。実施例1から明らかなように、内部発生応力が引張強度よりも小さければシャフト拡張時にカムピース1には割れが発生しないことになる。また、実施例3～5のようにカムピース1の厚み寸法Wを実施例1よりも小さくした場合にも材料自体の引張強度が内部発生応力を上回っており、たとえカムピース1の厚み寸法Wが5mmであってもシャフト拡張時に割れが発生しないことがわかる。

【0043】また、図1に示したように厚み寸法W=12.5mmのカムピース1の両側面に高さが0.5mmの環状凸部4を形成したことから、その受圧面積の拡大

化によって拡張時における内部発生応力の低減化が図られ、上記のように高さが0.5mmの環状凸部4をもっておよそ5%の応力低減効果が確認できた。ただし、環状凸部4の高さ寸法Cを必要以上に大きくすると、環状凸部4の段差が大きくなることにより、温間成形(圧縮成形)時に他の部位との密度の不均一が生じないよう、金型のパンチ等を分割させて、それぞれの加圧力を等しく制御する等、装置の複雑化や生産性の低下を招くおそれがあるので、最大でも厚み寸法Wのおよそ20%程度にとどめるのが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る組立式カムシャフト実施の形態を示す図で、(A)はその正面図、(B)はその全断面図。

【図2】焼結成形体の圧縮成形時における成形荷重と密度との関係を示す説明図。

【図3】焼結成形体の焼結後における密度と引張強度との関係を示す説明図。

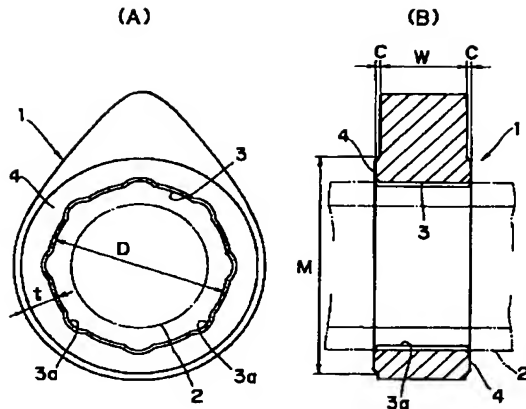
【符号の説明】

1…カムピース

2…シャフト

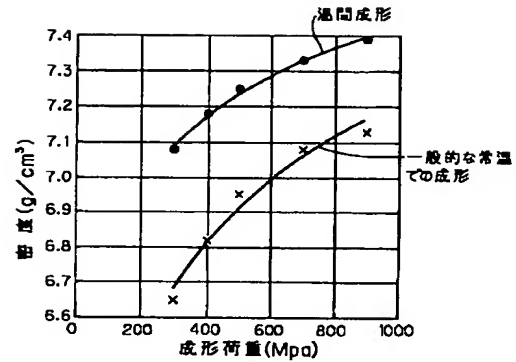
4…環状凸部

【図1】

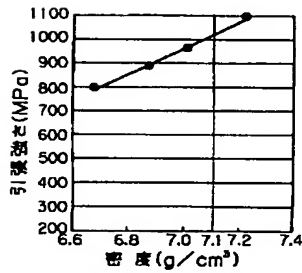


1---カムピース  
2---シャフト  
4---環状凸部

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 1 L 1/04

識別記号

F I

F 0 1 L 1/04

テーマコード(参考)

H

(72)発明者 岩切 誠

千葉県松戸市稔台520番地 日立粉末冶金株式会社内

(72)発明者 光野 貴雄

千葉県松戸市稔台520番地 日立粉末冶金株式会社内

(72)発明者 平尾 隆行

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 西村 公男

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 板倉 浩二

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G016 AA19 BA34 CA04 EA03 EA09

EA10 EA24 FA08 GA05

3J030 EA01 E801